

1 Tehtävä

- (a) Liitteessä on esitetty ote n-kanavaisen fetin BS170 datalehdestä. Piirrä sen sisältämien tietojen perusteella fetin **SOA** (Safe Operating Area) kun $V_{DS} > 2.5V$ liitteessä olevalle koko-logaritmi paperille. Oleta, että fetin Drain-virta I_D on dc-tyyppistä. **Tämä sivu tulee siis muistaa palauttaa täytettynä vastauspaperin mukana.** Muista merkitä pysty- ja vaaka-akselien symbolit ja yksiköt.
- (b) Alla olevassa kuvassa on esitetty ote erään NPN-transistorin (MJE3055) termisistä tiedoista. Määritä transistorin suurin sallittu liitoslämpötila T_{Jmax} . sekä **power derating factor**.

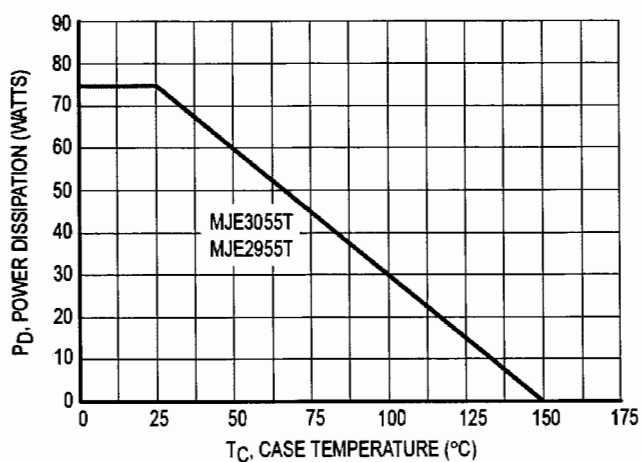


Figure 3. Power Derating

MJE3055T

- (c) Määritä laskemalla lopuksi transistorin tehon kesto P_D , kun kotelon lämpötila voidaan pitää vakiona 75°C . Pisteitä heruu siis käyttämällä laskukaavaa, jolla tehonkesto voidaan laskea kun kotelon lämpötila on yli 25°C .
- (d) Esitä kaava, jolla voidaan laskea transistorin liitoslämpötila staattisessa tilassa systeemille, jossa on jäähdytyslevy kiinnitettynä transistorin koteloon. Jäähdytyslevy on vapaasti ympärillä olevassa ilmatilassa, jonka lämpötila on vakio T_a . Kaavassa tulee ottaa huomioon kaikki lämpöresistanssit ($R_{\theta xx}$) välillä, puolijohteesta ilmaan.

2 Tehtävä

Osoita, että NPN-transistorin kollektorivirta voidaan antaa alla olevassa muodossa, kun transistori biasoidaan myötäsuurteiselle aktiiviselle (forward active) toiminta-alueelle (C-B liitos estosuuntaan ja B-E liitos myötäsuurteeseen).

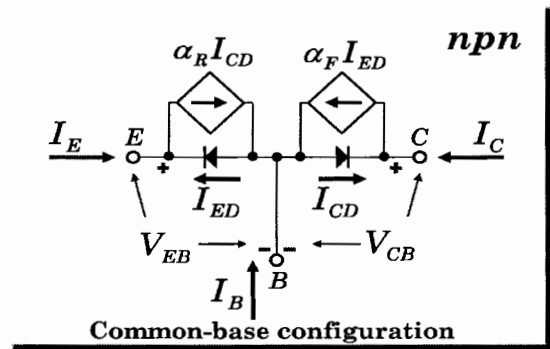
$$I_C = \beta_F I_B + (1 + \beta_F) I_{CO}$$

Missä : $I_{CO} = (1 - \alpha_R \alpha_F) I_{CS}$ ja $\beta_F = \alpha_F / (1 - \alpha_F)$

Sekä transistorin Ebers-Moll mallin mukaiset yhtälöt:

$$I_E = -I_{ES} (e^{-V_{EB}/V_T} - 1) + \alpha_R I_{CS} (e^{-V_{CB}/V_T} - 1)$$

$$I_C = -I_{CS} (e^{-V_{CB}/V_T} - 1) + \alpha_F I_{ES} (e^{-V_{EB}/V_T} - 1)$$



3 Tehtävä

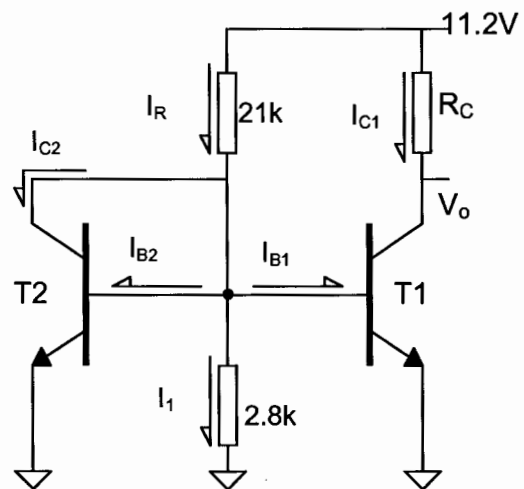
Laske arvot virroille I_{C1} , I_{C2} , I_1 ja I_R .

Anna arvo vastukselle R_C siten, että

$V_o = 6V$.

Early voltage $V_A = \infty$

$$\beta_{F1} = \beta_{F2} = \beta_F = 200$$

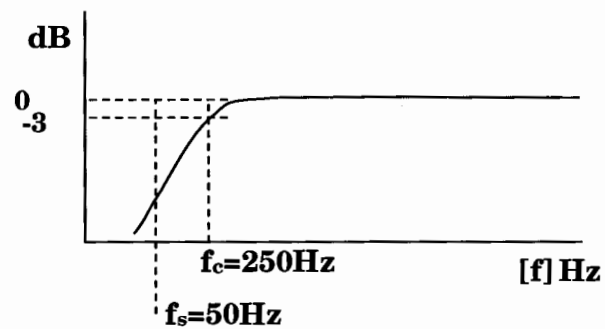


4 Tehtävä

Mitota **Butterworth ylipäästö suodin** , seuraaville parametreille:

$f_s = 50\text{Hz}$ jossa **vähimmäisvaimennus on 40dB**

$f_c = 250\text{Hz}$ (-3db cutoff frequency)

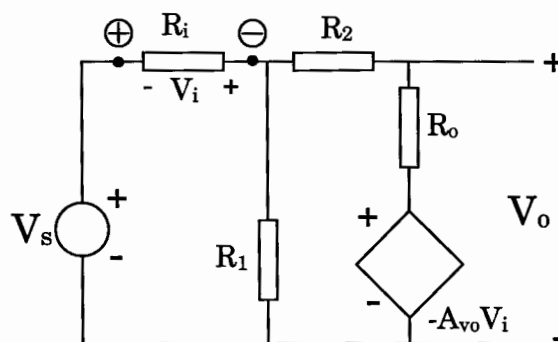


5 Tehtävä

Osoita, että takaisinkytketyn ei-invertoivan operaatiovahvistimen jännitevahvistus on muotoa :

$$A_v = \frac{A_{vo}(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_o + A_{vo}R_1}$$

Käytä alla olevaa sijaiskytkentää. Oleta, että $R_i = \infty$.



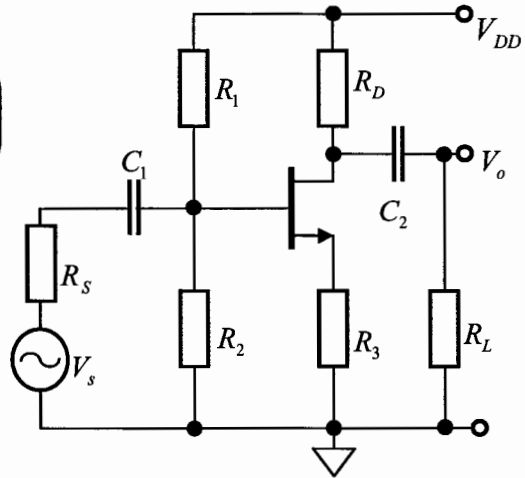
6 Tehtävä

Johda viereisen FET-asteen keskikaistan jännitevahvistus A_v . Osoita, että se voidaan esittää muodossa:

$$A_v = -\frac{g_m R_D}{1 + g_m R_3} \left(\frac{R_B}{R_S + R_B} \right) \left(\frac{R_L}{R_D + R_L} \right)$$

missä

$$R_B = R_1 \parallel R_2$$



Piirrä myös vahvistimen piensignaalinmalli. Jätä FETIN r_d pois laskuista.

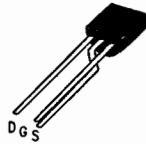
BS170/MMBF170 N-Channel Enhancement Mode Field Effect Transistor

General Description

These N-channel enhancement mode field effect transistors are produced using National's very high cell density third generation DMOS technology. These products have been designed to minimize on-state resistance, provide rugged and reliable performance and fast switching. They can be used, with a minimum of effort, in most applications requiring up to 500 mA DC. This product is particularly suited to low voltage, low current applications, such as small servo motor controls, power MOSFET gate drivers, and other switching applications

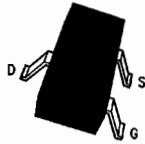
Features

- Efficient high density cell design approaching (3 million/in²)
- Voltage controlled small signal switch
- Rugged
- High saturation current
- Low R_{DS(on)}



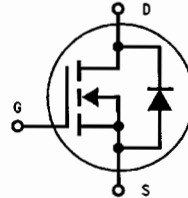
TO-92
BS170

TL/G/11379-1



TO-236AB
(SOT-23)
MMBF170

TL/G/11379-2



TL/G/11379-3

Absolute Maximum Ratings

Symbol	Parameter	BS170	MMBF170	Units
V _{DSS}	Drain-Source Voltage	60		V
V _{DGR}	Drain-Gate Voltage (R _{GS} ≤ 1 MΩ)	60		V
V _{GSS}	Gate-Source Voltage	±20		V
I _D	Drain Current—Continuous	500	500	mA
	—Pulsed		800	mA
P _D	Total Power Dissipation Derate above 25°C	830	300	mW
				mW/°C
T _J , T _{STG}	Operating and Storage Temperature Range	-55 to 150		°C
T _L	Maximum Lead Temperature for Soldering Purposes, 1/16" from Case for 10 Seconds	300		°C

BS170/MMBF170 N-Channel Enhancement Mode Field Effect Transistor

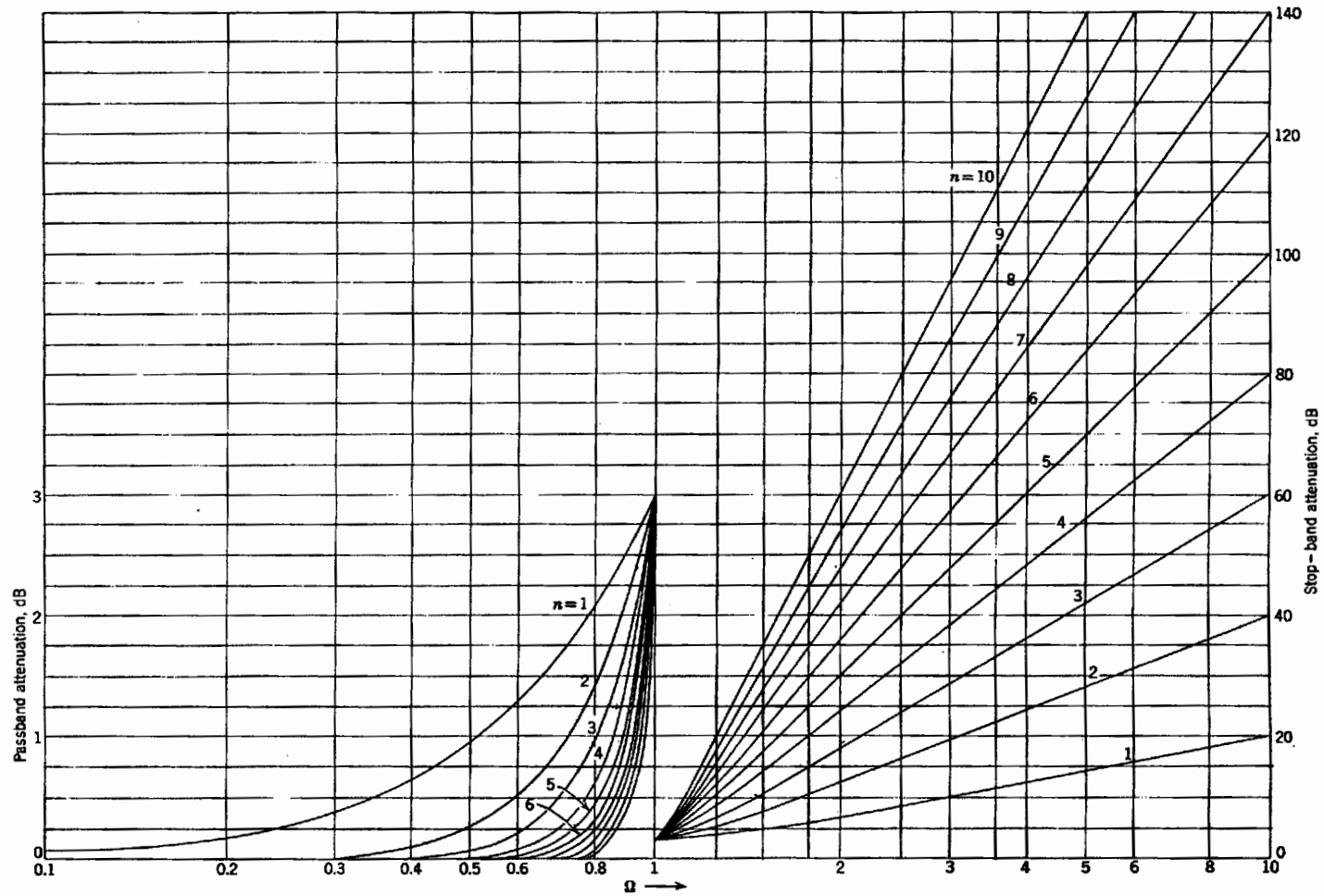


Fig. 19-8 Attenuation characteristics for Butterworth filters. (From A. I. Zoerev, *Handbook of Filter Synthesis*, Wiley, New York, 1967.)

TABLE 19-5 Butterworth Normalized Active Low-Pass Values

Order N	C_1	C_2	C_3
2	1.414	0.7071	
3	3.546	1.392	0.2024
4	1.082 2.613	0.9241 0.3825	
5	1.753 3.235	1.354 0.3090	0.4214
6	1.035 1.414 3.863	0.9660 0.7071 0.2588	
7	1.531 1.604 4.493	1.336 0.6235 0.2225	0.4885
8	1.020 1.202 1.800 5.125	0.9809 0.8313 0.5557 0.1950	
9	1.455 1.305 2.000 5.758	1.327 0.7661 0.5000 0.1736	0.5170
10	1.012 1.122 1.414 2.202 6.390	0.9874 0.8908 0.7071 0.4540 0.1563	

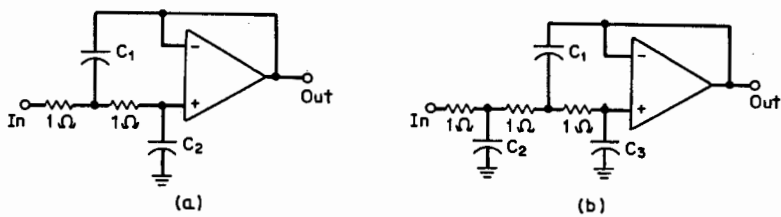


Fig. 19-22 (a) Basic two-pole section; (b) basic three-pole section.